Morphologische und aetiologische Betrachtungen über die Wurzelüberzahl der menschlichen Zähne.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Zahnheilkunde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

vorgelegt von

Karl Wiesler
Zahnarzt aus Nürnberg.

Tag der mündl. Prüfung: 24. 4. 1934.

1934.
Buchdruckerei Karl Döres, Erlangen, Jägerstraße 3.

Referent: Professor Dr. Chr. Greve.

Dekan: Professor Dr. Fr. Jamin.

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit gewidmet!

Die Zahnheilkunde, die bis gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts beinahe ausschließlich in den Händen von Laien lag, zeigt in ihrer geschichtlichen Entwicklung, daß sie sich sehr lange den Forschungen früherer Zeiten fern hielt. Erst als sie sich der wissenschaftlichen Arbeit widmete und sich dem naturwissenschaftlichen Prinzip wahrheitsgetreuer Beobachtung zuwandte, wurde ihr der Boden der auf reinen Erfahrungstatsachen aufgebauten Betätigung entzogen und sie der wissenschaftlichen Forschungsarbeit zugeführt. Dem Studium der Physiologie, der vergleichenden Anatomie und der Pathologie blieb es vorbehalten, uns die Grundlagen und die Kenntnis der einzelnen Teilgebiete der Zahnmedizin zu vermitteln.

Auch bezüglich der Anatomie der Zähne hat uns die wissenschaftliche Beschäftigung feste Grundlagen gegeben und durch zahlreiche literarische Arbeiten ist unsere Kenntnis von der Gestalt der Zähne vertieft und vervollständigt worden. Längst ist beispielsweise die normale Zahl der Zahnwurzeln des heutigen menschlichen Gebisses erörtert und festgelegt. Wir wissen aber weiterhin, daß das Ergebnis der durch die vergleichende Anatomie gewonnenen Zahlen Schwankungen unterliegt, was sich auch im Sinne einer Erhöhung der Normalzahl der Wurzeln manifestieren kann. In verschiedenen Lehrbüchern und Fachzeitschriften wurde dieser Tatsache in mehr oder minder eingehender Form Beachtung geschenkt, wobei es sich aber meist nur um die Wiedergabe von Einzelbefunden handelt. Ein übersichtsreiches Bild aller vorkommenden Variationen der Wurzelvermehrung läßt sich aber nur durch weitgehendste Zusammenfassung der veröffentlichten Fälle gewinnen, denn es ist klar, daß das einem einzelnen zur Verfügung stehende Material nicht alle Möglichkeiten einschließen kann. Ich werde mich deshalb an die literarischen Aufzeichnungen halten und sie durch einige Beobachtungen aus der Sammlung des Herrn Professor Greve ergänzen. Da es sich bei den Fällen überzähliger

Wurzeln meist nur um Zufallsbefunde handelt, ist eine statistische Erfassung dieser Anomalie nicht möglich, sondern es läßt sich durch vergleichende Untersuchungen der einzelnen Zähne nur ein ungefähres Häufigkeitsverhältnis aufstellen.

Abgesehen von der praktischen Bedeutung, die der Wurzelüberzahl zukommt, lohnt sich eine Systematik und kritische Abhandlung derselben nicht allein vom morphologischen Standpunkt aus, sondern sie soll uns auch ein Verständnis für die Genese solcher Zahnformen geben. Zudem ist die überzählige Wurzelbildung eine Anomalie, die als Stütze und Beweis verschiedener phylogenetischer Hypothesen Beachtung verdient.

In der vorliegenden Arbeit wurde daher der Versuch gemacht, jene Abweichungen von der normalen Wurzelzahl descriptiv erschöpfend zu erfassen, den bestehenden Widerstreit der Meinungen über ihre vermutliche Aetiologie wiederzugeben und kritisch zu beleuchten und einige mit dieser Zahnanomalie in Zusammenhang stehende, für die Stammesgeschichte und Praxis bedeutsame Fragen zu behandeln.

Zunächst beschränke ich mich auf die numerisch-morphologische Beschreibung der Wurzelüberzahl. Nicht jede Zahngattung wird zahlenmäßig gleichheitlich von der Wurzelüberbildung betroffen. Auch in Bezug auf die Formgestaltung sind die überzähligen Wurzeln sehr variabel. So können sie entweder in Form kleiner rudimentärer, als Seitensprossen imponierender Gebilde auftreten, oder auch in mehr oder minder starker Ausprägung normale Ausbildung zeigen.

Nach dieser Auseinandersetzung der allgemeinen Grundzüge der Erscheinungsarten überzähliger Wurzeln, möchte ich nun zu den Einzelfällen, wie sie sich der tatsächlichen Beobachtung darboten, übergehen. Im Interesse einer besseren Uebersicht und in Beachtung des Umstandes, daß sich für alle Zahnarten keine einheitliche Formel aufstellen läßt, halte ich es für angezeigt, eine Gliederung nach den einzelnen Zahntypen einzuhalten und wende mich zunächst dem Milchgebiß zu.

Die Milchzähne sind in ihrer Form viel konstanter als die bleibenden, sodaß bei ihnen eine Vermehrung der Wurzeln zu den größten Seltenheiten gehört. Insbesondere gilt dies von den Frontzähnen, von denen Busch (8) sagt: „Ich glaube nicht, daß an einem dieser Zähne jemals auch nur die Andeutung einer Wurzelteilung beobachtet worden wäre." Als ganz besondere Ausnahmen kann ich nur einen oberen Milcheckzahn mit zwei Wurzeln anführen, den v. Metnitz (20) in seinem Lehrbuche abbildet und auch Baume will einige Milcheckzähne mit dreiteiliger Wurzel beobachtet haben.

Aber auch von den Molaren sind in der Literatur einige Fälle veröffentlicht und zwar nur vom zweiten Milchmolar, während beim ersten niemals eine überzählige Wurzel angegeben wurde. Busch (8) sammelte 11 Mol. sup. mit vier deutlich ausgeprägten Wurzeln und 8 Mol. inf., wobei es sich stets um zweite Milchmolaren handelte. Auch Port-Euler (25) geben in ihrem Lehrbuch mehrere vierwurzelige obere und dreiwurzelige untere zweite Molaren aus ihrer Sammlung an und in seiner Dissertation erwähnt Steinel (29) einen oberen rechten zweiten Milchmolar mit einer vierten akzessorischen Wurzel. Trotz dieses geringen statistischen Materials und selbst bei Beachtung der unbestreitbaren Formbeständigkeit der Milchzähne glaube ich, daß auch im Milchgebiß die erhöhte Wurzelzahl etwas häufiger festzustellen wäre, wenn nicht wegen der frühzeitigen Resorption und des selten gegebenen Zufalls einer vorzeitigen Extraktion unsere Beobachtungsmöglichkeit eingeschränkt würde.

Während also im Milchgebiß eine Vermehrung der Wurzelzahl nur sehr spärlich vorzukommen scheint, beobachten wir sie im bleibenden Gebiß, dessen Betrachtung ich mich nun zuwenden will, des öfteren.

Bei den Schneidezähnen allerdings ist eine zweite Wurzel eine Seltenheit. Meist tritt sie in Gestalt eines vom Zahnhals abspringenden kurzen, kegelförmigen, akzessorischen Sprosses auf, oder als geteilte, bisweilen nur durch eine Spitze erkennbare Wurzel. Oft zeigt sich auch nur eine mehr oder minder tiefe, in der Länge der Wurzel verlaufende Furche als Andeutung einer angehenden Teilung. Entgegen der Ansicht von Linderer (19) kommen zweiwurzelige Schneidezähne auch im Unterkiefer vor, jedoch muß zugestanden werden, daß eine Wurzelüberzahl an den unteren Schneidezähnen noch seltener ist, als bei ihren Antagonisten.

Am oberen mittleren Inzisivus ist eine Zweizahl der Wurzeln eine große Seltenheit, doch wurden einige Fälle in der Literatur zitiert. Wedl (36) bildet in seinem Lehrbuch einen oberen, mittleren Schneidezahn mit einer labialwärts vom Zahnhals entspringenden kurzen, akzessorischen Wurzel ab. Ferner beschreibt Thon (32) in seiner Dissertation zwei obere mittlere Inzisivi, „wo an dem einen zwei Wurzeln am Ende getrennt, und wo die eine innere länger als die äußere ist und jede Wurzel ihr eigenes for. dent. hat, bei dem zweiten aber die Wurzeln bis an die Spitze verwachsen, jedoch jede mit ihrem eigenen for. dent. versehen ist". Auch Horace Warren (34) veröffentlicht einen rechten zentralen Schneidezahn des Oberkiefers mit stark entwickelter Doppelwurzel und endlich erwähnt Steinel (29) in seiner Inauguralarbeit einen rechten, mittleren oberen

Inzisivus mit zwei Wurzeln, von denen die palatinale stärker entwickelt ist als die labiale.

Der obere seitliche Inzisivus zeigt bei einer evtl. Verdoppelung seiner Wurzelzahl selten vollkommen ausgebildete Wurzeln, sondern gewöhnlich stellt die überzählige Wurzel nur einen kleinen palatinal am Zahnhals entspringenden Sproß dar. Einen solchen Fall beschreibt Thon (32) und auch Tomes (33) kann von einem oberen seitlichen Schneidezahn mit gaumenwärts liegender zweiter Wurzel berichten. Ebenso erwähnt Busch (8) drei solche Fälle. Zuckerkandl (39), der viele Inc. lat. sup. untersuchte, fand nur ein einziges Mal zwei Wurzeln, die ebenfalls diese Anordnung zeigten. Ferner bilden Heider und Wedl (15) in ihrem Atlas einen oberen, zweiten Schneidezahn ab, dessen Wurzeln in zwei Spitzen von ungleicher Höhe enden und auch Preiswerk (26) stellt in seinem Lehrbuch einen zweiwurzeligen, seitlichen Inzisivus des Oberkiefers dar.

Die unteren Schneidezähne zeigen, obwohl sie normalerweise vielfach den doppelten Wurzelkanal haben, die Wurzelspaltung nur äußerst selten.

Einen mittleren Schneidezahn des Unterkiefers mit zwei am Ende völlig getrennten Wurzelspitzen beschreibt nur Thon (32). Derselbe Autor berichtet auch von zwei seitlichen unteren Schneidezähnen, von denen jeder zwei Wurzeln mit eigenem for. dent. trägt und Busch (8) erwähnt ebenfalls einen unteren seitlichen Schneidezahn mit ziemlich hoch geteilter Wurzel. Einen vermutlich zweiten unteren Schneidezahn mit zwei deutlich ausgeprägten Wurzeln konnte ich in der Sammlung des Herrn Prof. Greve finden. Auch sonst sind noch verschiedene Fälle zweiwurzeliger, unterer Inzisivi in der Literatur angegeben, jedoch fehlt dabei die Angabe,, ob es mediale oder laterale Inzisivi sind. So soll sich im Wiener zahnärztlichen Museum ein unterer Schneidezahn mit zwei Wurzeln befinden. Ferner gibt Zuckerkandl (39) an, daß er unter vielen unteren Schneidezähnen nur einen gefunden habe, bei dem der Spitzenanteil der Wurzeln zweigespalten war und Busch (8) erwähnt einen Inc. inf. mit Teilung an der Wurzelspitze. Außerdem veröffentlichen Edith Friedeberg-Schwarz (12) und Albrecht (2) je einen, Boedecker (3) zwei und Hillebrand drei untere Inzisivi mit zweifacher Wurzel und endlich bildet Wedl (36) in seiner „Pathologie der Zähne" einen unteren Schneidezahn mit einer kurzen akzessorischen Wurzel ab.

Bei den Eckzähnen ist wie bei den Schneidezähnen die Wurzelüberzahl eine große Seltenheit und ganz besonders gilt dies für den Oberkiefer.

Die Wurzelüberzahl der oberen Caninus ist ein ziemlich ungewöhnliches Ereignis; doch finden sich einzelne Fälle in der Litera-

tur angegeben. So hat Busch (8) zwei zweiwurzelige Eckzähne sammeln können und Colemann (10) gibt an, 4 obere an der Wurzelspitze geteilte Eckzähne zu besitzen. Ferner beschreibt Thon (32) einen oberen linken Caninus mit zwei beinahe in der Mitte getrennten Wurzeln und einen oberen rechten Eckzahn, dessen zwei Wurzeln sich am letzten Drittel des Zahnes trennen und am Ende desselben ganz spitz zulaufen. Auch Tomes (33) erwähnt zwei oder drei beobachtete obere Eckzähne, bei denen eine wirkliche, allerdings nur auf die unmittelbare Nachbarschaft der Wurzelspitze beschränkte Spaltung der Wurzel vorlag. Außerdem befinden sich zwei obere Eckzähne mit zwei Wurzeln im Besitz des Herrn Prof. Greve.

Ungleich häufiger als bei den oberen Eckzähnen tritt die Wurzelvermehrung bei den unteren auf. Nach Lenhossék (17) beträgt sie ungefähr 6%, eine Zahl, die auch Hillebrand angibt. Ebenso stellt Tomes (33) fest, daß bei den Can. inf. geteilte Wurzeln häufiger sind. Die untere Eckzahnwurzel besitzt meistens etwas tiefer gehende Längswurzeln als die obere und nicht selten führt die tiefere Einfurchung zur Teilung der Wurzel, die über alle Zwischenstufen bis zum zweiwurzeligen unteren Eckzahn führen kann. De Terra (31) gibt eine Uebersicht verschiedener publizierter Fälle:

C. zweiwurzelig (vermutlich Unterkiefer)	Wellauer
C. „	Wellauer
C. inf. mit zweigeteilter Wurzel, 29 Fälle	Busch
C. inf. zweiwurzelig	Talbot
C. „ „ 2 Fälle	Pruner-Bey
C. „ „	Wedl.

Diese Tabelle läßt sich noch durch weitere Veröffentlichungen erweitern:

C. inf. zweiwurzelig (am Lebenden, einem Deutschen)	de Terra
C. „ „ (vermutl. vom Unterk.) 16 Fälle	Thon
C. „ „ 2 Fälle	Albrecht
C. „ „	Burchard u. Inglis
C. inf.? „	Zuckerkandl
C. inf. „	Friedeberg-Schwarz
C. „ „	Boedecker
C. „ „	Brinnitzer
C. „ „	Brunsmann
C. „ „	Herbst-Apffelstaedt
C. „ „ 2 Fälle	Prof. Greve.

Auch in der Wiener Sammlung soll eine größere Zahl oberer und unterer Eckzähne mit gespaltener Wurzel und als ganz be-

sondere Seltenheit ein unterer Eckzahn, dessen Wurzel in drei Spitzen ausläuft, vorhanden sein.

Was nun die Prämolaren betrifft, so zeigen diese den Schneide- und Eckzähnen gegenüber eine erhöhte Neigung zur überzähligen Wurzelbildung. Typisch ist für die Backenzähne nur eine Wurzel, die im Oberkiefer seitlich stark zusammengepreßt ist u. mesial und distal eine tiefe Längsfurche trägt, während im Unterkiefer diese Merkmale weniger charakteristisch ausgeprägt sind.

Der erste obere Prämolar weicht sehr häufig von der einwurzeligen Norm ab. Entsprechend den seitlichen Längsrinnen kommt es nicht selten zu einer Spaltung der einfachen Wurzel in eine Wangen- und Gaumenwurzel. Carabelli (9) und Busch (8) vertreten die Ansicht, daß der erste obere Prämolar in etwa 30% der Fälle zweiwurzelig ist. Demgegenüber gibt Parreidt (22) 70% auf Grund statistischer Aufzeichnungen an; doch scheint dieser Prozentsatz zu hoch zu sein, da die Untersuchungen dieses Autors nicht einwandfrei und konsequent durchgeführt wurden. Mehr Wahrscheinlichkeit auf Genauigkeit haben die Zahlen von Hillebrand mit 55% und von Taylor mit 41,6% bei ausgesprochener Teilung und man kann wohl annehmen, daß mit etwa 50% die Prozentzahl für die Zweiteilung der Wurzel des ersten, oberen Bicuspidaten als ziemlich zutreffend angegeben ist. Gelegentlich tritt der erste, obere Prämolar auch in dreiwurzeliger Form auf, wobei sich stets die Wangenwurzel in eine mesiale und eine distale Zacke teilt, sodaß sich der Zahn der Form oberer Molaren nähert. Zuweilen ist die Zweiteilung der buccalen Wurzel nur durch eine Längsfurche angedeutet. Nicht allzu selten läßt sich bezüglich des Vorkommens einer dritten Wurzel an oberen, ersten Bicuspidaten eine Symetrie beider Kieferhälften feststellen. Diesbezüglich wäre ein von de Terra (31) zitierter, einzigartig dastehender Fall zu nennen, wo bei einem Timoresenschädel sämtliche obere Prämolaren dreiwurzelig waren.

Bei der Zusammenfassung der von de Terra angegebenen Fälle mit anderen literarischen Veröffentlichungen dreiwurzeliger, erster oberer Prämolaren ergibt sich folgende Uebersicht:

P_1 sup. beids. 3-wurz. (präh. Schweizer)	de Terra
P_1 sup. links, 3-wurz. (Römergräber etc.)	„
P_1 sup. beids. 3-wurz. (Dschagga)	„
P_1 „ „ „ (Malaye)	„
P_1 „ „ „ (Timorese)	„
P_1 „ „ labiale Wurzel durch eine Furche geteilt (rez. Europäer)	de Terra
P_1 sup. beids. 3-wurz.	Port-Euler
P_1 sup. 3-wurzelig 36 Fälle	Busch

P_1 sup. 3-wurzelig		Friedeberg-Schwarz
P_1 „ „		Steinel
P_1 „ „		Tomes
P „ „	(vermutl. 1 Prämol.) 15 Fälle	Thon
P „ „	(„ „ „)	Wellauer
P „ „	(„ „ „)	Wedl
P „ „	(„ „ „)	Pruner-Bey.

Ferner findet man im Dental-Cosmos 1925 Nr. 7 S. 720 ebenfalls einen linken oberen Bicuspidaten mit drei voll entwickelten Wurzeln abgebildet und im Wiener zahnärztlichen Museum sollen viele obere Backenzähne mit dreifacher Wurzel sein, doch ist es in den genannten Fällen unbestimmt, ob es erste oder zweite Prämolaren sind.

Der zweite obere Prämolar zeigt im Gegensatz zum ersten die Wurzelspaltung bedeutend seltener, obwohl man gerade das Gegenteil erwarten sollte, da der zweite Bicuspidat unmittelbar neben den besonders in ihrer Wurzelzahl so variablen Molaren steht. Während man bei den ersten oberen Backenzähnen bei 100 Fällen etwa 50 mal mit Zweiteilung der Wurzel rechnen darf, werden nach Parreidt (22) bei den zweiten oberen Prämolaren nur ungefähr 2% zweiwurzelige Formen angetroffen. Die Dreiteilung der Wurzel des zweiten oberen Bicuspidaten ist eine ganz große Besonderheit. Einige dieser seltenen Fälle, sowie auch zweiwurzelige Beispiele, sind von de Terra (31) und anderen Autoren angegeben:

P_2 sup. beids. 3-wurz. (Timorese	de Terra
P_2 „ „ „ labiale Wurzel durch eine Furche geteilt (Malaye)	de Terra
P_2 sup. 3-wurzelig Charpentier (zit v. Talbot)	
P_2 „ „	Parreidt
P_2 „ 2-wurzelig 3 Fälle	„

Bei den unteren Prämolaren kommen Spaltungen der Wurzeln nur ausnahmsweise vor, dagegen öfters ziemlich stark ausgeprägte Längsfurchen an den Seitenflächen als Andeutung einer Teilung. Dreiwurzelige untere Backenzähne sind äußerste Seltenheiten. Zwischen dem ersten und zweiten unteren Prämolar lassen sich bezüglich der Wurzelverhältnisse wesentliche Unterschiede nicht feststellen, nur sollen nach Metnitz (20) tiefe Furchen und Spaltungen der Wurzeln häufiger bei den zweiten Bicuspidaten auftreten. Trotz des seltenen Vorkommens finden sich einige Fälle zwei- und sogar dreiwurzeliger unterer Prämolaren in der Literatur:

P. inf. 2-wurz. (P_1 oder P_2 eines AltAegypters)	dei Terra
„ „ mit ziemlich starker Wurzel u. Längsfurche 12 Fälle	Busch
„ „ mit wirklicher Wurzelteilung 5 Fälle	Busch

P. inf. 2-wurzelig 2 Fälle	Port Euler
„ „ „ einige Fälle	Thon
„ „ „	Wedl
P_1 inf. 2-wurzelig	Brunsmann
„ „ 3-wurzelig	„
P_2 „ „	Mühlreiter

Weitaus die meisten Beispiele überzähliger Wurzeln liefern die Molaren, die eine überaus große Mannigfaltigkeit darbieten können. Abweichend von der dreiwurzeligen Normalform oberer und dem zweiwurzeligen Typ unterer Molaren können vier, fünf, ja selbst sechs Wurzeln auftreten und sich in allen Uebergangsformen von der angedeuteten bis zur völlig getrennten Radix manifestieren. Die Häufigkeit der Wurzelvariationen ist bei den einzelnen Molaren des Ober- und Unterkiefers verschieden und ich werde die Mahlzähne ebenfalls nach ihrer Aufeinanderfolge in den Kiefern besprechen, da bei einer solchen Betrachtung sich gewisse Gesetzmäßigkeiten ergeben.

Der erste obere Mahlzahn verliert den dreiwurzeligen Normaltyp noch verhältnismäßig selten und hat überhaupt als der beständigste unter allen Molaren zu gelten. Obwohl die Gaumenwurzel fast konstant eine oft bis zur Spitze reichende Längsfurche trägt, soll es nach Bolk (4) niemals, nach Hillebrand nur in 4%, zu einer vollständigen Zweiteilung der palatinalen Wurzel kommen. Die überzählige Wurzel, die gewöhnlich neben der Gaumenwurzel den beiden buccalen Wurzeln gegenübersteht, ist vielmehr als eine akzessorische, als eine durch Spaltung hervorgegangene Bildung zu betrachten. Ueber die Ausbildung einer vierten Wurzel kann ich nur wenige publizierte Fälle angeben:

$Mol._1$ sup. beids. palat. Wurzel durch eine Furche zweigeteilt (präh. Schweizer)	de Terra
$Mol._1$ sup. 4-wurzelig 6 Fälle	Busch
„ „ „	Friedeberg-Schwarz

Beim zweiten oberen Molar sind Abweichungen von der normalen Dreizahl der Wurzeln schon etwas häufiger als beim ersten. In Bezug auf Anordnung der vierten Wurzel zeigen der erste und zweite Mahlzahn des Oberkiefers eine starke Aehnlichkeit. Ueber das Auftreten überzähliger Wurzeln am zweiten oberen Mahlzahn habe ich einige Fälle aus der Literatur gesammelt:

$Mol._2$ sup. 4-wurzelig (Alemanne)	de Terra
„ „ „ (rez. Europäer)	„
„ „ „ 10 Fälle	Busch
„ „ „	Steinel
„ „ 5-wurzelig	Busch

Die Wurzeln der dritten oberen Mahlzähne können sich bezüglich ihrer Zahl sehr verschiedenartig verhalten, ja so groß ist ihre Variabilität, daß normal gebaute dreiwurzelige obere Molaren als Ausnahmefälle angetroffen werden, während Variationen der Wurzelzahl die Regel sind. Abgesehen von der Neigung zur gegenseitigen Verwachsung der einzelnen Wurzeln, kommt es bei den oberen Weisheitszähnen nicht selten zur vermehrten Wurzelbildung. Interessant ist diesbezüglich eine Feststellung Fischers, daß in demselben Mund die beiden dritten Mahlzähne des Oberkiefers diese Gegensätze der Wurzelzahl aufweisen können. In den Fällen erhöhter Wurzelproduktion beobachtet man meist eine, aber auch zwei oder sogar drei überzählige Wurzeln, über deren Lokalisation Mühlreiter (21) sagt: „Es zweigt entweder von der vorderen Wangenwurzel ein separates, meistens zwerghaft bleibendes Würzelchen ab, oder es spaltet sich die Zungenwurzel in zwei, völlig uniforme, ziemlich gleich lange und meistens parallel laufende, selten divergierende Aeste." Oft ist die Tendenz zur wirklichen Trennung nur durch eine Längsfurche an der Innenseite der palatinalen Wurzel angezeigt. Bei der Erhöhung der normalen Wurzelzahl oberer dritter Mahlzähne ist, besonders wenn die Gestaltung der Krone darauf hinweist, auch an die Möglichkeit einer Verwachsung des oberen Weisheitszahnes mit einem überzähligen Zahnkeim, oder zweier überzähliger Zahnkeime unter sich zu denken. Ueber die Häufigkeit der erhöhten Wurzelbildung an den dritten Molaren des Oberkiefers gibt eine Zusammenfassung literarischer Veröffentlichungen einen Ueberblick:

M_3 sup.	beids.	4-wurz. (Neger unb. Prov.)	de Terra
„ „		4-wurzelig (rez. Europäer) 2 Fälle	„
„ „		„ (Alt-Aegypter) 3 Fälle	„
„ „		„ (Usa-Schädel)	„
„ „		„ (Singhalese)	„
„ „	palat. Wurzel durch eine Furche geteilt (Singhalese)		de Terra
M_3 sup. palat. Wurzel mit starker Forts. der Grübchenfurche (Singhalese)			de Terra
M_3 sup.	4-wurzelig 6 Fälle		Wellauer
„ „	„ 71 Fälle		Busch
„ „	„ 12 Fälle		Thon
„ „	5-wurzelig 2 Fälle		„
„ „	„		Steinel
„ „	„		Burchard u. Inglis
„ „	„ u. zwei Schmelzperlen an der Bifurkation zweier Wurzeln		Prof. Greve.

Stellt man die Statistiken der drei Molaren des Oberkiefers einander gegenüber, so ergibt sich, worauf besonders Busch (8) hingewiesen hat, daß die Neigung zur überzähligen Wurzelbildung bei den oberen Mahlzähnen vom ersten bis zum dritten erheblich zunimmt. Ferner vergegenwärtigen diese vergleichenden Betrachtungen die Häufigkeit der Wurzelvermehrung oberer Molaren, die um so augenscheinlicher wird, wenn ich noch die Fälle oberer Mahlzähne mit unbestimmter Stellung im Kiefer anführe, die sich in der Literatur finden:

Mol. sup. 4-wurz. 20 Fälle Busch
„ „ „ mit Schmelzperle (wahrscheinl. durch Verwachsung zweier Zähne) Heider u. Wedl
Mol. sup. 4-wurz. mit Schmelzperle „ „ „
„ „ Zweiteilung einer bucc. u. der palat Wurzel. Die Teilstücke hängen noch etwas zusammen. Fröhner
Mol. sup. 4-wurz. 2 Fälle „
„ „ „ (Australier) 3 Fälle Lambert
„ „ mit 4 mehr oder weniger deutl. Wurz. 9 Fälle Thon
„ „ überz. Wurzeln in mehreren Fällen Brunsmann
„ „ mit vierter, meist an der mesio-palat. Seite entspring. Wurzel 12 Fälle Prof. Greve
Mol. sup. 5-wurzelig „ „
„ „ „ Burchard u. Inglis

Die unteren Molaren zeigen, wie schon Carabelli (9) feststellte, im Vergleich zu den oberen eine viel geringere Neigung zur Erhöhung der Wurzelzahl. Aber auch untereinander lassen die einzelnen Mahlzähne des Unterkiefers Unterschiede bezüglich der Frequenz des Auftretens überzähliger Wurzeln erkennen.

Unter allen unteren Molaren trägt der erste am häufigsten die Tendenz zur Wurzelüberproduktion, die sich in der überwiegenden Zahl als dritte Wurzel äußert. Die Differenzierung zur Dreizahl kann durch Spaltung einer der beiden normalen Wurzeln erklärt werden und in den seltenen Fällen dieser Bildungsweise handelt es sich fast stets um die Teilung der distalen Wurzel. Die dritte Wurzel kann aber auch als selbständiges überzähliges Gebilde in Erscheinung treten, eine Anomalie, die besonders beim ersten unteren Mahlzahn wegen ihres verhältnismäßig häufigen Vorkommens und ihrer bestimmten Lokalisation Beachtung verdient und verschiedene stammesgeschichtliche Hypothesen ins Leben gerufen hat, über die ich aber erst später referieren will. Morphologisch stellt sie ein relativ schwach entwickeltes Zäpfchen oder Häkchen dar, das nie buccal, sondern stets lingualwärts dicht neben dem Grund der distalen Wurzel oder weiter nach mesial aus der Spalte zwischen den

beiden normalen Wurzeln entspringt. Diese akzessorische Zungenwurzel tritt beim oberen ersten Molar nicht auf, wohl aber das Tuberculum Carabelli als palatinaler Höckerzuwachs der Krone. Wie schon erwähnt ist das Auftreten dreiwurzeliger Formen des ersten unteren Molaren ziemlich häufig, was durch einige Zahlen verschiedener Autoren illustriert wird. Busch (8) fand in 258 Fällen erste Molaren des Unterkiefers mit drei Wurzeln, während Mühlreiter (21) deren 8 angibt und auch Thon (32) nennt in seiner Dissertation 7 Beispiele mit mehr oder minder stark ausgeprägter dritter Wurzel. Entschieden seltener, nach Busch (8) niemals, beobachtet man 4 Wurzeln, die aus der Spaltung der mesialen und distalen Wurzel resultieren. Nur Thon (32) gibt drei derartige Fälle an, bei denen allerdings die einzelnen Wurzeln nur undeutlich getrennt oder teilweise verwachsen sind. Interessant ist auch eine hierher gehörende Fragestellung Busch's (8), ob sich bezüglich der Bildung einer überzähligen Wurzel an unteren Molaren eine Symetrie zwischen entsprechenden Zähnen der beiden Kieferhälften feststellen läßt. Busch fand nun unter 12 Fällen dreiwurzeliger erster unterer Mahlzähne, wo eine gleichzeitige Extraktion desselben Zahnes der anderen Kieferseite möglich war, acht mal das beiderseitige Auftreten dieser Anomalie. Auf Grund dieses Befundes kam er zu der Ansicht,daß, wenn der eine erste untere Molar die dritte Wurzel trägt, mit $^2/_3$ Wahrscheinlichkeit damit zu rechnen ist, daß der gleiche Zahn der anderen Seite dieselbe ebenfalls haben wird.

Was nun den zweiten unteren Molaren betrifft, so kann auch er abweichend vom Normaltyp eine dritte Wurzel haben, die ebenfalls geteilt oder akzessorisch gebildet lingualwärts entspringt. Busch (8) und Thon (32) sammelten 15 bezw. 6 derartige Fälle. Durch Vergleich dieser Zahlen mit denen des ersten unteren Mahlzahnes ist beim zweiten unteren Molaren eine Abnahme des Vorkommens der Dreizahl unbestreitbar zu erkennen. Jedoch läßt sich bei ihm eine erhöhte Tendenz zur Bildung mehrerer überzähliger Wurzeln feststellen. So konnte Busch fünf und Thon zwei untere zweite Molaren mit vier, allerdings meist verwachsenen oder nur an der Spitze getrennten Wurzeln angeben. Boedecker (3) bildet sogar einen vermutlich zweiten unteren Mahlzahn mit fünf schlecht entwickelten Wurzeln ab, wobei die fünfte akzessorisch gebildet ist und die vier anderen offenbar aus der Spaltung der mesialen und distalen Wurzel hervorgehen.

Beim unteren Weisheitszahn zeigen die Wurzeln neben dem Normaltyp mannigfaltige Variationen; in ganz besonderem Maße aber neigen sie zur Verschmelzung, die mit der Reduktion der Kiefer infolge Verkleinerung der Kiefermasse erklärt wird. Die

Bildung überzähliger Wurzeln ist daher verhältnismäßig selten, was die nachstehende Uebersicht, die die Angaben einiger Autoren zusammenfaßt, bestätigt:

M_3 inf. 3-wurzelig	23 Fälle	Busch
„ „ „	6 Fälle	Thon
„ „ 4-wurzelig	4 Fälle	Busch
„ „ „	(rez. Europäer)	de Terra
„ „ „	(Tamile)	„
„ „ „		Port-Euler
„ „ 5-wurzelig		Busch

In Bezug auf Häufigkeit der vermehrten Wurzelbildung unterscheiden sich die dritten Molaren des Oberkiefers und die des Unterkiefers sehr wesentlich, worüber sich Fischer (zit. von Steinel (29) auf Grund seiner Untersuchungen an Weisheitszähnen folgend äußert: „Nach meinen Resultaten indes muß ich die Behauptung aufstellen, daß die dritten Molaren im Ober- und Unterkiefer nach ihrem inneren und äußeren Bau verschieden voneinander sind, indem die unteren die tiefste Stufe der Molarverzweigung einnehmen, die oberen aber allen Backenzähnen voran, die höchste Vollendung ihres feinen architektonischen Gefüges erreichen können. Daß die Verästelungshöhe unterer Weisheitszahnwurzeln die geringste unter allen Molaren ist, stimmt auch mit unseren praktischen Erfahrungen überein, ebenso wie die entgegengesetzten Zustände im Oberkiefer." Entgegen der letzteren Anschauung Fischers räumt Busch (8) dem unteren Weisheitszahn bezüglich der Vermehrung seiner Wurzeln unter den Mahlzähnen des Unterkiefers eine andere Stellung ein. Nach der Ansicht Busch's, der 258 erste, 15 zweite und 23 dritte untere Molaren mit drei Wurzeln gesammelt hat, ist die dreiwurzelige Form des Weisheitszahnes, die wie bei allen anderen unteren Molaren sich aus der Wurzelspaltung oder als akzessorische Bildung ergeben kann, zwischen dem ersten und zweiten unteren Mahlzahn einzureihen.

Die im Oberkiefer vom ersten bis zum dritten Molaren unzweifelhaft sich steigernde Tendenz zur Wurzelüberbildung ist somit im Unterkiefer zum Gegenteil verändert, wo gerade umgekehrt der erste Molar, wenigstens in Bezug auf den dreiwurzeligen Typ, am häufigsten Ueberzahl aufzuweisen vermag. Anders verhält es sich mit dem Vorkommen mehrerer überzähliger Wurzeln, worüber sich Busch (8) dahingehend äußert, daß der erste untere Molar in dieser Beziehung vom zweiten und dritten in der relativen Häufigkeit übertroffen wird. Er begründet seine Anschauung damit, daß er auffälligerweise nie einen unteren ersten Molaren mit vier oder mehr Wurzeln gefunden habe, während er fünf zweite und vier

dritte vierwurzelige untere Molaren und sogar einen fünfwurzeligen unteren Weisheitszahn sammeln konnte. Eine die Mehrwurzeligkeit betreffende Systematik wie bei den oberen Molaren läßt sich somit bei den unteren nicht aufstellen. Auch ist bei einem Rückblick auf die Mahlzähne beider Kiefer, wie schon erwähnt, bei den unteren eine deutliche Abnahme im Auftreten überzähliger Wurzelbildung erkennbar, selbst dann, wenn ich noch mehrere in der Literatur veröffentlichte Fälle anfüge, wo nicht sichergestellt ist, welche Stellung in der Molarengruppe des Unterkiefers sie einnehmen:

Mol. inf. mit dritter akzess. bzw. geteilter Wurzel, 3 Fälle	Port-Euler
Mol. inf. mit einer vierten verkümmerten Wurzel, zwei verschmolzen, eine separat,	Fröhner
Mol. inf. mit fünf Wurzeln	Apffelstaedt
„ „ mit fünf vollk. getr. Wurzeln	Heider u. Wedl
„ „ mit sechs vollk. getr. Wurzeln	„ „ „
„ „ überz. Wurzeln in mehreren Fällen	Brunsmann
„ „ mit dritter, an der disto-lingualen Seite entspringenden Wurzel 4 Fälle	Prof. Greve
Mol. inf. mit vier Wurzeln	„ „

An die anatomisch-morphologischen Betrachtungen der Wurzelüberzahl des menschlichen Gebisses knüpfen sich eine Reihe phylogenetischer Reflexionen, welche die Entwicklung der Organismen in der Aufeinanderfolge der Generationen vermuten lassen. Die Ergebnisse der vergleichenden Anatomie und der paläontologischen Funde lehren, daß die Zähne des rezenten Menschen nicht eine ihm und seinen Vorfahren eigene unabänderliche Form besitzen, sondern über zahlreiche Zwischenstufen und wechselnder Spezialisierung die heutigen Typen erlangt haben. Gemeinsame Merkmale, besonders aber auftretende Variationen und individuelle Schwankungen weisen auf die engen verwandtschaftlichen Beziehungen mit den Stammformen des Säugetiergebisses hin. Auch die überzählige Wurzelbildung als morphologische Besonderheit der Zähne gibt in der Erforschung der phylogenetischen Zahnentwicklung einen nicht unbedeutenden Hinweis, denn die stammesgeschichtliche Wurzelbildung ist innig verknüpft mit der Phylogenie der Zähne.

Nach den grundlegenden Forschungen O. Hertwigs besteht wohl heute kein Zweifel mehr, daß die Säugetierbezahnung aus dem einfachen kegelförmigen Zahn der Reptilien hervorgegangen ist, sodaß, wie Aichel (14) sich ausdrückt, „die Kieferzähne dürftig differenzierte Ueberbleibsel eines Zahnbesatzes sind, der in zeitlich unendlich weit vor uns liegenden Vorfahrenreihen einst die gesamte äußere Haut und auch die Haut der Mundbucht einnahm, entspre-

chend dem Schuppenpanzer des Haifisches, dessen einzelne Schuppe in Entwicklung und Aufbau grundsätzlich mit unseren Kieferzähnen übereinstimmt.“ Aus dieser einfachen Grundform wird nach den naturwissenschaftlichen Prinzipien der modernen Deszendenzlehre fast allgemein die Entstehung der heutigen Zahnformen erklärt. Der phylogenetische Entwicklungsgang bewegt sich nicht in den Bahnen allmählich fortschreitender, gesetzloser Modifikationen, sondern auf Grund des ganzen paläontologischen Beweismaterials ist anzunehmen, daß neue Zahntypen durch Anpassung an äußere Lebensbedingungen und Mutationen (Sprungvariationen) mit vererblichen Merkmalen entstanden sind.

Auf dem Boden dieser Anschauungen und gestützt auf vergleichend anatomische Untersuchungen und Schlußfolgerungen entwickelten sich mit Bezug auf die Wurzelüberzahl bedeutungsvolle Hypothesen über die Stammesgeschichte. Verschiedene Autoren sprechen die Bildung überzähliger Wurzeln als eine atavistische Rückschlagserscheinung an. So erblickt Albrecht (2) in dem Auftreten zweiwurzeliger Schneide- und Eckzähne einen über Affen und Halbaffen hinausreichenden Atavismus, da diese heute Schneide- und Eckzähne von zweiwurzeligem Typ nicht mehr besitzen. Albrecht ist der Ansicht, „da diese und andere Atavismen über die Halbaffen zurück häufiger beim Menschen als bei den übrigen Affen vorkommen, daß die Menschen die niedrigste Stufe in der Affenwelt einnehmen,“ während ich daraus den Schluß ziehen möchte, daß der Mensch nicht direkt von den Anthropoiden abgeleitet werden kann, sondern beiden eine eigene, jedoch konvergierende Vorfahrenreihe zugesprochen werden muß.

Bei den Prämolaren führt die Wurzelüberproduktion ebenfalls zu wichtigen stammesverwandschaftlichen Betrachtungen. Bekanntlich ist die Ausbildung dreiwurzeliger oberer und zweiwurzeliger unterer Prämolaren bei den Anthropomorphen das Normale und de Terra (31) deutet daher das gelegentliche Auftreten dreiwurzeliger oberer erster Prämolaren beim Menschen als eine pithekoide Bildung. Der Ansicht des genannten Autors widerspricht Adloff (1) indem er sagt: „Wir können von einer Eigenschaft, die der Mensch selbst noch besitzt, nicht sagen, sie sei pithekoid. Außerdem wäre sie auch immer nur primitiv.“ Adloff, der mit dieser Aeußerung gleichzeitig eine Ablehnung unmittelbarer verwandschaftlicher Beziehungen zwischen den Anthropoiden und Mensch zum Ausdruck bringt, weist vielmehr auf die Wurzeldreizahl der oberen menschlichen Milchmolaren hin und zieht daraus den Schluß, daß diese auch ursprünglich den Prämolaren entsprechen dürfte. Nimmt man an, daß die oberen Prämolaren einmal drei Wurzeln hatten, dann ist die heute hin

und wieder in Erscheinung tretende dreiwurzelige Form als Rückschlagserscheinung in den einstigen Typ aufzufassen.

Stammesgeschichtliche Bedeutung kommt auch der Wurzelüberzahl der Molaren zu. Bolk (4) fand akzessorische Wurzeln und Höcker, die sogen. Radices paramolares bzw. Tubercula paramolaria, an der buccalen Seite des zweiten und dritten unteren Mahlzahnes angewachsen und erklärte sie auf Grund ihrer topographischen Uebereinstimmung mit den Molaren als Rudimente der verloren gegangenen Milchmolaren beim Menschen. Den ersten Molaren im Besonderen setzt er in phylogenetische Analogie mit dem dritten Milchmolaren der Platyrrhinen. Abgesehen davon, daß verschiedene Autoren, wie Port, Euler (25) und besonders Adloff (1), die Existenz der buccalen Nebenwurzel vollständig leugnen, wendet sich Adloff gegen die Bolksche Hypothese mit der Begründung, daß weder die Entwicklungsgeschichte, noch die vergleichende Anatomie, noch die Paläontologie Beweismaterial böten, daß die Säugetiere die Molaren in zwei Dentitionen besessen hätten. Was nun die linguale akzessorische Wurzel der Molaren, die Bolk (4) als Radix paramolarica und Lenhossék (17) als Radix entomolaris bezeichnet, betrifft, so wird sie als Repräsentation der Reste der den Menschen und anderen rezenten Primaten verloren gegangenen dritten und vierten Prämolaren betrachtet. Die Tatsache jedoch, daß die Lingualwurzel auch an den Weisheitszähnen vorkommt und selbst bei den ältesten fossilen Säugetierarten, aber nie mehr als vier Prämolaren gefunden wurden, spricht nach Lenhossék gegen die Berechtigung dieser Theorie.

Die Wurzelüberzahl spielt somit als atavistisches Merkmal in der Stammesgeschichte als Stützpunkt verschiedener mehr oder minder begründeter Hypothesen eine bedeutsame Rolle. Sie aber als ausschließliches Argument dieser phylogenetischen Theorien zu benützen, dürfte unzulässig sein, da der Wurzelbildung in der Entwicklungsgeschichte des Zahnes eine sekundäre Bedeutung zukommt und von der Kronenbildung zu trennen ist.

Die Ergebnisse der stammesgeschichtlichen Betrachtungen lassen sich auch für die Erklärung der Aetiologie der überzähligen Wurzelbildung verwerten, denn für manche Fälle (z. B. Prämolaren) scheint eine atavistische Deutung berechtigt, wenn sie auch bei der Lückenhaftigkeit des Materials gesicherter positiver Beweise entbehrt. Es liegt aber in der Natur des Problems der Wurzelüberzahl, daß man gewisser hypothetischer Beweismittel nicht entraten kann, denn das Studium dieser Frage führt wohl zu bestimmten letzten Anschauungen und Erkenntnissen, auf die sich aber nur Analogieschlüsse und Wahrscheinlichkeitsbeweise aufbauen lassen. Die

Schwierigkeiten und die Unvollständigkeit der Beweisführung bringen es mit sich, daß wir in den zahnärztlichen Lehrbüchern und der sonstigen Literatur sehr kontroverse Meinungen über die Genese der überzähligen Wurzeln finden. Zur Lösung dieser Streitfrage reicht die atavistische Begründung keineswegs aus. Die Wege zur Entwicklung der Zahnform und damit auch der Wurzelgestaltung wurden aber nicht nur nach stammesverwandtschaftlichen Beziehungen erwogen, sondern auch an andere phylogenetische Theorien geknüpft, die als Differenzierungshypothese und Konkreszenztheorie, oder eine zwischen beiden vermittelnde Kompromißtheorie bekannt sind.

Nach der von Cope-Osborn aufgestellten und auf die Ergebnisse paläontologischer Untersuchungen gestützten Differenzierungshypothese wird als Grundform für die stammesgeschichtliche Entstehung der komplizierten Säugetierzähne der Trituberkularzahn betrachtet. Dieser soll sich aus dem primitiven Kegelzahn vom haplodonten Typ durch Ausbildung einer vorderen und hinteren Nebenzacke an der Krone zum protodonten Typ und durch Umformierung dieser Nebenzacken zu selbständigen Hügeln zum trikonodonten Typ entwickeln, dessen Wurzel schon geteilt sein kann. Im weiteren Verlauf bildet sich der zwei- oder dreiwurzelige trituberkulare Typ, indem die drei ursprünglich hintereinander gelagerten Hügel durch die anzunehmende Wirkung mechanischer Kräfte (Kaudruck) so gegeneinander verschoben werden, daß im Oberkiefer die Nebenkoni nach außen, im Unterkiefer dagegen nach innen rücken. Zähne mit vier oder mehr Höckern werden nach dieser Theorie aus dem als Grundform geltenden dreihöckerigen Typ dadurch gebildet, daß sich sekundär infolge funktioneller Anpassung eine Neubildung weiterer Höcker aus dem Talon (ein vierter neuer Höcker) anschließt.

Nach den Gedankengängen dieser Theorie könnte man daher, ähnlich wie Albrecht, in dem Auftreten zweiwurzeliger Schneide- und Eckzähne beim Menschen eine Rückschlagserscheinung in die zweiwurzelige, trituberkulare primitive Stammform der Zähne annehmen.

Auch die Anerkennung mechanischer Wirkungen, von deren Gesichtspunkten die Differenzierungshypothese geleitet wird, könnte sich für die Genese der Wurzelvermehrung auswerten lassen. Die Zunahme der Mehrwurzeligkeit der Kieferzähne von mesial nach distal spricht dafür, daß veränderte und höhere physiologische Bedingungen von Einfluß auf die Wurzelzahl gewesen seien. Dieser funktionellen, den Prinzipien der Zweckmäßigkeit entspringenden Anpassung unterwirft Bolk (4) auch die Ausbildung zweier Wur-

zeln beim trikonodonten Typ. „Diese Spaltung der ursprünglich einfachen Wurzel soll", wie Weber schreibt, „eine Aeußerung des nämlichen Prinzipes sein, das bei dem Zustandekommen der inneren Struktur des Skelettes eine hervorragende Rolle spielt, des Prinzips des größten Widerstandes bei möglichst wenig Substanz (Minimum - Maximum Konstruktion). Wenn die Wurzelspaltung einmal fertig ist und die Sekundärwurzeln noch dazu ein wenig divergieren, dann stellen sie gleichsam die beiden Pfeiler eines Gewölbes dar, das die Krone trägt. Dem auf letztere ausgeübten Druck bieten sie einen ebenso großen Gegendruck, als wenn der Raum zwischen ihnen mit Substanz ausgefüllt wäre. Das Verschwinden der zwischen beiden Wurzeln sich ursprünglich befindenden Substanz ist somit im gleichen Sinne als Inaktivitätsatrophie zu betrachten, als das Verschwinden von Knochensubstanz im Innern der Skeletteile mit Aussparung der Trajektoriensysteme." Die Begriffsanwendung der Funktion läßt die Wurzeldifferenzierung auch mit der Tätigkeit der Pulpa in Zusammenhang bringen. Unter dem Einfluß erhöhter mechanischer Beanspruchung wird die Pulpa zu vermehrter aktiver Lebensbetätigung angeregt. Nach neueren Forschungen antwortet die Pulpa auf diesen funktionellen Reiz mit Neubildung von Dentin an den Pulpenwandungen, die zu einer Reduktion des Pulpenvolumens, fortschreitend sogar bis zur vollständigen Spaltung der Pulpa führen kann. Die Ergebnisse der Untersuchungen Ports (24) an unteren Molaren zeigen, daß dieser produktive Vorgang sich auch physiologisch abspielt, da jede Molarenwurzel ursprünglich nur einen weiten Kanal besitzt, welcher erst später (nach ungefähr 6 Jahren) in der Mitte durch Zahnbeinwachstum zweigeteilt wird. Die Spaltung des Pulpenraumes durch Dentin kommt auch in der äußeren Wurzelgestaltung zum Ausdruck und man kann sich sehr wohl in diesem Sinne im Laufe der Entwicklung die Bildung einer Doppelwurzel entstanden denken.

Nach diesen Ausführungen könnte man geneigt sein, die formende funktionelle Beanspruchung als aetiologisch verwertbares Moment auf die überzählige Wurzelbildung übertragen zu wollen. Die umfassende Bedeutung aber, die manche Autoren mechanischen Faktoren für das entwicklungsgeschichtliche Entstehen der Zahnform zuschreiben, ist zu Unrecht, denn nach dem heutigen Stand der Wissenschaft können die Grundsätze der Deszendenzlehre nicht unbeachtet bleiben. Die Differenzierungen nach dem „Gesetz der funktionellen Anpassung" sind im wesentlichen nur für die ersten stammesgeschichtlichen Perioden berechnet, während ihnen in dem späteren phylo- und ontogenetischen Entwicklungsgang nur geringe Bedeutung zugesprochen werden kann. Und ganz besonders gilt dies für die Zahnwurzel. Ist uns doch aus der Ontogenese, auf

die ich noch später zu sprechen komme, bekannt, daß die Epithelscheide, die für die Formbildung der Wurzel maßgebend ist, ihre Tätigkeit schon vor dem Zahndurchbruch begonnen hat. Die Wurzelzahl steht also schon fest, ehe der Zahn funktionellen Beanspruchungen unterliegt.

Auf einen anderen Standpunkt der Entstehung der Zahnform stellt sich die auf embryologische Untersuchungen sich stützende Konkreszenztheorie. Nach ihr gehen die mehrhöckerigen Zähne aus der Verschmelzung mehrerer, sowohl hinter- als nebeneinander liegender, primitiver Kegelzähne hervor. Es ist zu beachten, daß es sich dabei nicht um die Vereinigung von Zahnkeimen, sondern von Schmelzmaterial der Zahnleiste handelt. Aus diesem bilden sich nach der geltenden Auffassung bei eintretender Verkürzung der Kiefer durch Verschmelzung der Einzelelemente die komplizierten mehrwurzeligen Formen der Säugetierzähne. Jeder Kronenhöcker mit einer dazu gehörigen Wurzel müßte dann einem ursprünglichen Kegelzahn entsprechen. Es ist klar und besonders Kükenthal hat darauf hingewiesen, daß dies nicht zutreffen kann, denn der Säugetierzahn ist ein so hoch spezialisiertes Gebilde, welches im Laufe der Phylogenie so vielen Veränderungen unterlag, daß gar nicht daran zu denken ist, daß der Ontogenie dieser älteste stammesgeschichtliche Prozeß der Verschmelzung erhalten geblieben wäre. Die Anhänger der Konkreszenztheorie stellen sich ferner auf den Standpunkt, daß bei der Verschmelzung der Kegelzähne eine solche nicht nur aus Komponenten einer, sondern auch verschiedener Dentitionen stattgefunden habe. Bekanntlich wird noch den Reptilien eine große Zahl von aufeinanderfolgenden Zahngenerationen zugesprochen, die sich durch gegenseitige Verschmelzung zahlenmäßig reduzierte. Heute hält man 3 Dentitionen für erwiesen, nämlich die ehemals selbständige, jetzt rudimentär gewordene prälakteale Dentition, die Milchdentition (I. Dentition) und das bleibende Gebiß (II. Dentition). „Nach dieser Auffassung wäre," wie Fuchs (13) sagt, „das Milchgebiß zu deuten als die Summe der Keime eben dieser ersten Dentition plus eben derjenigen der Prädentition mit Ausnahme der prädentalen Incisivi und Canini, die verloren gegangen sind. Das Vorkommen eines zweiwurzeligen Eckzahnes wäre dann als rückschlägige Bildung des betr. prädentalen Keimes anzusehen." Auch die im Zusammenhang mit der Konkreszenztheorie zu nennende Dimertheorie Bolks sucht einen möglichen kausalen Hinweis für die Entstehung überzähliger Wurzeln zu geben. Nach dieser Theorie, die wenig Berechtigung beanspruchen kann, soll jeder Säugetierzahn aus der Verschmelzung einer lingual, bei den Frontzähnen des Menschen dürftig entwickelten, und einer buccal liegenden Reihe von Reptilienzähnen zweier verschiedener Dentitionen

hervorgegangen sein. Bolk zieht daraus die Folgerung, daß die gelegentliche Verdoppelung der Eckzahnwurzel mit der dimeren Natur der Zähne erklärt werden dürfte.

Die Differenzierungshypothese und die Konkreszenztheorie, sowie deren Kombinationstheorien in der Form, wie sie verschiedentlich noch in Lehrbüchern vertreten werden, sind mit den Erkenntnissen der modernen Naturwissenschaften unvereinbar. Ohne die Anerkennung der deszendenztheoretischen Forschungsergebnisse ist, wie schon mehrmals betont wurde, die stammesgeschichtliche Entwicklung der komplizierten Zahnformen des Menschen nach dem heutigen Stand der Wissenschaft nicht denkbar. Zudem beziehen sich diese Theorien im wesentlichen nur auf die Krone, während der Wurzel wenig Beachtung geschenkt wurde. Zwar versuchten einige Autoren die Genese der Mehrwurzeligkeit und auch der überzähligen Wurzelbildung auf der Basis phylogenetischer Betrachtung zu begründen, aber wegen der Lückenhaftigkeit des Beweismaterials und der Nichtbeachtung der Prinzipien der Abstammungslehre können ihre Ansichten als hypothetische Spekulationen wenig Berechtigung beanspruchen. Das Problem der Aetiologie der Wurzelüberzahl kann somit durch die Phylogenie keine befriedigende Lösung finden. Zur Erklärung dieser Streitfrage wurde auch eine Reihe entwicklungsgeschichtlicher Theorien aufgestellt, die zum Verständnis zunächst eine Kenntnis der ontogenetischen Wurzelentwicklung voraussetzen.

Die Wurzelbildung ist sekundärer Natur und greift in die Zahnentwicklung erst ein, nachdem die Krone nahezu vollendet ist, sodaß zu diesem Zeitpunkt die mesodermale Papille der Zahnanlage sich noch in vollständig embryonalem Zustand befindet. Bestimmend für die Formgestaltung der Zahnwurzel wird nun die Epithelscheide, deren vorherrschende Bedeutung zwar von manchen Autoren abgelehnt wird. Weski (38) beispielsweise hält den zwischen den Epithelscheiden hervortretenden Pulpenwulst für mitbeteiligt. Die Epithelscheide nimmt von dem unteren Rand des Schmelzorganes, wo sich die äußere in die innere Schmelzmembran umschlägt, ihren Ausgang und umgibt die ebenfalls sich verlängernde Papille allmählich mantelartig. Je weiter die Epithelscheide vorrückt und je mehr die gleichzeitige Organisation der peripheren Zellschicht der Papille zu Odontoblasten und damit die Produktion des Wurzeldentins gegen das Wurzelende fortschreitet, desto mehr verliert auch die ursprüngliche Papille ihren embryonalen Charakter und wandelt sich in ihrem inneren Teil zur Pulpa um. Wichtig ist nun die Ausbildung des Pulpenbodens und damit der Mehrwurzeligkeit. Den Mechanismus dieses Vorgangs denkt sich Eidmann (11) so, daß bei den

mehrwurzeligen Zähnen „die Epithelscheide bei ihrem Tiefenwachstum die Basis der Zahnpapille in mehrere der Zahl der Zahnwurzeln entsprechende Abteilungen zerklüftet." Weski (38) hingegen macht dafür die Entwicklung spornartiger Fortsätze des Epithels verantwortlich, die von vestibular und lingual her die Pulpenunterseite umschnüren. Durch Verschmelzung dieser Epithelsporne kommt es zur Mehrwurzeligkeit. Nach Erfüllung ihrer Aufgabe geht die Epithelscheide zugrunde, indem sie von bindegewebigen Bestandteilen des Zahnsäckchens durchbrochen wird. Für die Vollendung des Wurzelbaues kommt dem Zahnsäckchen noch eine bedeutende Aufgabe zu, da es das Zement der Wurzel und auch der dentinfreien Wurzelspitze, sowie auch das Periodontium liefert.

Auf dieser entwicklungsgeschichtlichen Grundlage bauen sich verschiedene Erklärungsversuche der Wurzelüberzahl auf. Weski (38) äußert seine Auffassung über diese Anomalie dahin, daß bei nicht sinngemäßem Zusammentreffen der Epithelsporne eine Segmentierung des Pulpenwulstes erfolgt, von der sich die an unteren Eckzähnen, Prämolaren und unteren Molarenwurzeln zu beobachtenden Spaltwurzeln ableiten lassen. Wenn diese Theorie auch reichlich spekulativen Gedankengängen entspringt, verdient sie es doch, Anlaß weiterer Untersuchungen zu sein, um so mehr, als die überzählige Wurzel von mehreren Autoren für manche Fälle als Endprodukt eines Spaltungsvorganges angesehen wird. So erklärt Scheff (27), daß es sich bei der Ueberschreitung der normalen Wurzelzahl unterer Molaren um eine Spaltung ursprünglich wohl paarig angelegter Wurzeln handelt. Für diese Ansicht sprechen die Zahlenverhältnisse der Wurzelkanäle unterer Mahlzähne, bei denen beispielsweise nach den Untersuchungen Ports (24) nur in 20,5% zwei Kanäle gefunden wurden, während 71,9% drei und 4,4% sogar vier Kanäle aufwiesen. Auch an unteren Schneide- und Eckzähnen und den Prämolaren könnte das Auftreten vermehrter Wurzeln manchmal durch Spaltung der flachen Wurzeln gedeutet werden. Oft manifestiert sich diese Teilung nur durch mehr oder minder stark ausgeprägte Längsfurchen.

In bestimmten Fällen wird die Wurzelüberzahl auf das Hinzukommen akzessorischer, durch Seitensprossung entstandener Wurzeln zurückgeführt. Wedl (36) definiert in diesem Sinne die Bildung der gelegentlich an Schneidezähnen in der Gegend des Zahnhalses und an unteren Molaren lingualwärts neben der distalen Wurzel entspringenden Radix, sowie das Entstehen einer vierten palatinalen Wurzel an den oberen Mahlzähnen. Eine mutmaßliche genetische Erklärung gibt diese Theorie wohl, aber die aetiologische Begründung und der entwicklungsgeschichtliche Verlauf der Sproßbildung fehlt ihr zur Beweisführung.

Demgegenüber wirft auch Busch (8) die Frage auf, ob die überzählige Wurzelbildung als Vorstadium für die Abtrennung eines selbständigen Zahnkeimes aufzufassen sei. Für das Schneidezahngebiet lehnt der genannte Autor die Berechtigung dieser Annahme ab, da hier überzählige Zähne bei weitem am häufigsten sind, während die Wurzelvermehrung ein sehr seltenes Ereignis ist. Bei den Eckzähnen und Prämolaren findet er diese Auffassung ebenfalls unbegründet, da auch bei diesen keine Analogie bezüglich der Wurzelzahl der Zähne und der Wurzeln festzustellen ist. Dagegen räumt er den nicht selten im Molarengebiet des Ober- und Unterkiefers vorkommenden überzähligen Zahngebilden die Entstehungsmöglichkeit aus der als Vorstufe zu betrachtenden überzähligen Wurzel ein.

Busch will ferner die an oberen Molaren häufig vorkommenden Schmelzperlen in Zusammenhang mit der überzähligen Wurzelbildung bringen, da er in 14 Fällen von vierwurzeligen oberen Molaren gleichzeitig diese Bildungen fand. Allerdings trifft man nicht selten Schmelzperlen, ohne daß ein Wurzelappendix vorhanden ist. Busch erklärt dies so, daß die Schmelzperle der erste Anfang einer neuen Kronenbildung ist, der sich dann erst die überzählige Wurzel zugesellt. Schließlich kann es sogar zur Abtrennung eines selbständigen überzähligen Zahngebildes kommen, das sich neben den normalen Zahn lokalisiert. Das gleichzeitige Auftreten einer Schmelzperle und einer überzähligen Wurzel wäre somit als Zwischenstufe in dieser Entwicklungsreihe aufzufassen. Nimmt man an, daß die Entstehung der Schmelzperlen auf Versprengungen des Schmelzorganes beruht, oder darauf, daß die Epithelscheide neben ihrer normalen Funktion abnormer Weise Schmelz zu bilden vermag, dann wäre gegen diese Anschauungen Buschs wenig Widerspruch zu erheben.

Nach den Untersuchungen von Walkhoff und Euler handelt es sich bei den Schmelztropfen aber nicht immer um bloße Schmelzauflagerungen, sondern vielfach auch um Dentinauswüchse, die einen kappenartigen Schmelzüberzug tragen. Mit Rücksicht auf ihren Bau könnte man in diesen Bildungen nach Schlenker (28) eigentlich zwerghafte Zähne erblicken, die durch Ueberproduktion der embryonalen Zahnleiste gleichzeitig mit den bleibenden Zähnen entstehen und mit diesen in bestimmten Entwicklungsstadien sich organisch vereinigen. Für diese Art von Doppelbildungen schlägt Herbst (16) den Namen Odontopagus parasiticus concretus vor, wobei der ausgebildete Zahn (Autosit) den weniger entwickelten Zwillingsbruder (Parasit) trägt, der seine ursprüngliche Bedeutung eines selbständigen Zahnes durch den Besitz einer eigenen Wurzel argumentiert. Die Kronen- und Wurzelteile des Parasiten können die verschiedensten

Ausprägungen aufweisen und finden sich meist an Schneidezähnen und Molaren als anhängende, wulstartige Rudimente. Herbst will, solange noch eine Spur eines Parasiten an der Krone zu sehen ist, für den Fall einer überzähligen Wurzel diese Mißbildung als Odontopagus parasiticus concretus aufgefaßt wissen. In Bezug auf die formale Genese solcher Zahnbildungen kann dieser Theorie die Berechtigung nicht versagt werden, wenn ein direkter Nachweis dafür sich auch nicht erbringen läßt. Für die überzählige Wurzelbildung kann aber meiner Ansicht nach diese Erklärung nicht vorbehaltlos in Anspruch genommen werden, da es sich hier um die Verschmelzung zweier ursprünglich selbständiger Zahnindividuen, also nicht um eine echte, sondern nur scheinbare Erhöhung der Wurzelzahl handelt. Dasselbe gilt für die Auffassung Wedls (36), wonach Mahlzähne des Ober- und Unterkiefers mit mehr als fünf Wurzeln aus der Verschmelzung zweier Mahlzähne hervorgegangen sind.

Einen kasuistischen Beitrag zur Frage der Wurzelüberzahl bringt auch Weber (35). Seiner Meinung nach könnte die Ueberbildung von Wurzeln ihren Ursprung in abgespaltenen Nervengefäßbündeln haben, zu deren Trennung das Vorhandensein von genügend Raum Voraussetzung ist. Ferner vermutet der gleiche Autor in der überzähligen Wurzelbildung ein ethnographisches Merkmal, was er aus dem gehäuften Auftreten dieser Anomalie an M_1 inf. bei den Rheinländern ableitet. Die Theorien Webers haben ziemlich problematischen Charakter und gründen sich auf Mutmaßungen, deren Bestätigung erst den Ergebnissen weiterer diesbezüglicher Forschungen vorbehalten sein wird.

Abschließend wäre noch eine Fragestellung Buschs (8) zu erwähnen, ob die Vermehrung der normalen Wurzelzahl etwa nur eine zufällige Bildungsabweichung, ein lusus naturae, darstelle. Ich glaube die Zufallsbildung berechtigt ablehnen zu dürfen, da sie mehr eine Verlegenheitstheorie als eine Erklärung ist.

Als Schlußfolgerung aus dem Theorienkomplex der überzähligen Wurzelbildung ergibt sich, daß nicht eine, sondern eine ganze Anzahl verschiedener Ursachen für die Entstehung der besprochenen Anomalie möglich sind. Einzelne Theorien sind nur fallweise und nach genauer Individualisierung begründet, während anderen jede Beweiskraft abgesprochen werden muß. Das Suchen nach einer gemeinsamen Aetiologie der Wurzelüberzahl dürfte vergeblich sein, doch ist zu erwarten, daß weitere Untersuchungen zu einer einheitlicheren Auffassung dieser Streitfrage führen.

Zum Schlusse möchte ich noch einer Dankespflicht genügen. Herr Professor Dr. Greve hat mir in liebenswürdiger Weise seine Sammlung und Bibliothek zur Verfügung gestellt. Für dieses

Entgegenkommen, sowie für die freundliche Ueberlassung des Themas und die mannigfaltigen Ratschläge und Unterstützungen bei der Bearbeitung meinem hochgeschätzten Lehrer, Herrn Professor Dr. Greve meinen verbindlichsten Dank aussprechen zu dürfen, ist mir eine Ehre und eine angenehme Pflicht.

Literatur-Verzeichnis.

1. Adloff: Ueber Wurzelvariationen an menschlichen unteren Molaren. Anat. Anz. 1916—17. S. 116.
   Adloff: Das Gebiß der Menschenaffen und Anthropomorphen. Berlin 1908. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1911 S. 804.
2. Albrecht: Ueber zweiwurzelige Eck- und Schneidezähne beim Menschen. Zentralbl. f. Chirurgie 1885 N. 24 S. 46.
3. Boedecker: Anatomie und Pathologie der Zähne. Autor. deutsche Uebersetzung. III. Ausg. Wien 1899.
4. Bolk: Ueber überzählige Zähne in der Molarengegend des Menschen. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1914 S. 197.
5. Brinnitzer: Unterer Eckzahn mit 2 Wurzeln. Deutsche Zahnärztl. Wochenschrift 1909. S. 64.
6. Brunsmann: Ueber einige Zahnanomalien. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1889. S. 263.
   Brunsmann: Demonstration einer Sammlung von Anomalien. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1904, S. 170.
   Brunsmann: Ueber einige Anomalien. Deutsche Zahnärztl. Wochenschrift. 1907. S. 279.
7. Burchard u. Inglis: A Text-Book of Dental Pathology and Therapeutics. Lea u. Febiger. Phyladelphia und New-York 1915 S. 271.
8. Busch: Ueber die Verschiedenheit in der Zahl der Wurzeln bei den Zähnen des menschlichen Gebisses. Verh. der odontol. Gesellschaft. VII. Band 1895. S. 164—174.
9. Carabelli: Edler von Lunkazprie. Systemat. Handbuch der Zahnheilk. Wien 1844.
10. Colémann: Handbuch der zahnärztl. Chirurgie und Pathologie. Berlin 1883.
11. Eidmann: Die Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen. Berlin 1923.
12. Friedeberg-Schwarz: Ein Beitrag zur Kasuistik der Zahnanomalien. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1922 S. 609.
13. Fuchs: Zur Entwicklungsgeschichte der Zahnform und deren Anwendung auf das Primatengebiß. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1914 S. 24.
14. Greve, Chr.: Gedanken und Betrachtungen über „Das Problem der Entstehung der Zahnform" im Anschluß an die gleichnamige Arbeit von Prof. Dr. Aichel in Kiel. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1917 H. 3 S. 129.
15. Heider u. Wedl: Atlas zur Pathologie der Zähne. Bearbeitet von Metnitz, Leipzig 1893.

16. Herbst-Apffelstaedt: Atlas und Grundriß der Mißbildungen der Kiefer und Zähne. München 1928.
17. Lenhossék: Handbuch der Zahnheilkunde von Dr. Jul. Scheff. IV. Aufl. I. Band 1922.
18. Lichtenberg: Ueber Wurzelanomalien. Schw. V. f. Z. 1897 N. 1.
19. Linderer C. F. sen. u. Jos. Linderer: Handbuch der Zahnheilkunde. Berlin 1842.
20. v. Metnitz: Lehrbuch der Zahnheilk. f. prakt. Aerzte u. Studierende. Berlin und Wien 1903.
21. Mühlreiter: Anatomie des menschl. Gebisses. Bearbeitet von Jonge-Cohen 1928. V. Aufl.
22. Parreidt: Zahnärztl. Mitteilungen aus der chirurg. Universitätspoliklinik zu Leipzig. 1882.
23. Pauschinger: Betrachtungen und Untersuchungen über die Wurzelanomalien der menschlichen Zähne. Inaug.Diss. Erlangen 1926.
24. Port: Die Wurzelkanäle der unteren Molaren und der oberen zweiten Prämolaren. Deutsche Zahnärztl. Wochenschr. 1905 S. 678.
25. Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde. 2. und 3. Auflage. München-Wiesbaden 1920.
25. Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde. 2. und 3. Auflage.
27. Scheff: Handbuch der Zahnheilkunde. IV. Aufl. Wien 1922.
28. Schlenker: Scheffs Handbuch, I. Aufl. Wien 1891 Band I.
29. Steinel: Anomalien der Zahnwurzel. Inaug.Diss. Breslau 1923.
30. Sternfeld-Adloff: Anomalien der Wurzeln. Scheff's Handbuch d. Zahnheilk. I. Aufl. Wien 1831 I. Band S. 726.
31. de Terra: Beiträge zu einer Odontographie der Menschenrassen. Berlin 1905.
32. Thon: Von den verschiedenen Abweichungen in der Bildung der menschlichen Kiefer und Zähne. Inaug.Diss. Würzburg 1841.
33. Tomes: A System of Dental Surgery. London 1873.
34. Warren, Hor.: Ein zweiwurzeliger, mittlerer Schneidezahn. Deutsche Zahnärztl. Zeitung 1913 Nr. 29 S. 33.
35. Weber: Beiträge zur Morphologie und Bedeutung einiger Anomalien des Zahnsystems. Deutsche Zahnheilk. H. 57 S. 52.
36. Wedl: Pathologie der Zähne. Leipzig 1870.
37. Wetzel: Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte IV. Aufl. Jena 1930.
38. Weski: Befunde und Vorgänge im Interradicularraume mehrwurzeliger Zähne. D. Viertelj. f. Zahnheilk. 1924.
39. Zuckerkandl: Makroskop. Anatomie. Scheffs Handbuch der Zahnheilk. I. Band. III. Ausgabe 1909.

Lebenslauf.

Am 19. September 1911 wurde ich als Sohn des Schneidermeisters Josef Wiesler und dessen Ehefrau Barbara, geb Habermann, zu Nürnberg geboren. Ich besuchte 4 Jahre die Volksschule, dann die Realschule und erhielt am 10. April 1930 das Reifezeugnis der Alten Oberrealschule in Nürnberg. Nach dreisemestrigem Studium der Zahnheilkunde bestand ich am 6. August 1931 die zahnärztliche Vorprüfung und nach weiteren 4 Semestern das zahnärztliche Staatsexamen und erhielt am 5. Dezember 1934 die Approbation als Zahnarzt. Beide Prüfungen wurden an der Universität Erlangen abgelegt, an welcher ich meine ganze Studienzeit verbrachte.